

Jaderné reakce

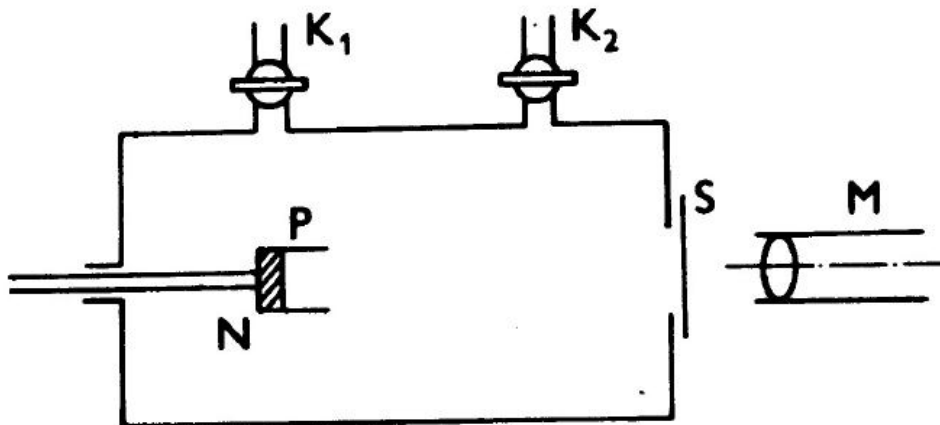
Platí :

- zákon zachování energie
- zákon zachování hybnosti
- zákon zachování elektrického náboje
- zákon zachování počtu nukleonů

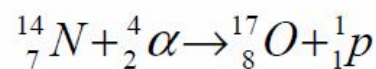
1. Jaderné reakce vyvolané přirozeným radioaktivním zářením

V roce 1919 se pan Rutherford pokusil udělat následující pokus. Do mosazného válce umístil zdroj radioaktivního záření  $\alpha$ , v obrázku označeno jako P. Tímto preparátem se dalo pohybovat a kohouty K1 a K2 bylo možné do tohoto prostředí vpouštět různé druhy plynů. Účelem pokusu bylo zjistit dosah částic  $\alpha$  na stínítku S. Vše bylo pozorováno mikroskopem označeným jako M.

Největší dosah částic  $\alpha$  byl ve vzduchu maximálně cca 7cm. Jen ve chvíli, kdy nádobu naplnil dusíkem pozoroval záblesky i na mnohem větší vzdálenost. Záblesky pokračovaly i ve chvíli, kdy se pokusil částice  $\alpha$  zabrzdit hliníkovými fóliemi.



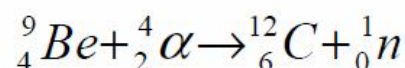
Víme, že částice  $\alpha$  mají být hliníkovou fólií zastaveny, co tedy pan Rutherford vlastně pozoroval? V dnešní době známe jadernou reakci, kdy :



Pan Rutherford tedy vytvořil první jadernou reakci, kdy pomocí částic  $\alpha$  dochází k přeměně (transmutaci) dusíku v kyslík za vzniku protonu.

**Všimněte si, že součty protonových i nukleonových čísel na obou stranách rovnice si musí odpovídat.**

Po tomto objevu došlo k uskutečnění celé řady dalších pokusů s jadernými reakcemi, z nichž pro nás nyní zajímavá je tak, která vede k objevu neutronu (manželé Joliotovy + vysvětlení Chadwick 1932)



Na základě zákona zachování hybnosti také Chadwick zjišťuje, že při průchodu rychlých neutronů látkou o podobné hmotnosti (vodík) dochází k jejich zpomalení až na úroveň termického pohybu - **pomalé termické neutrony**.

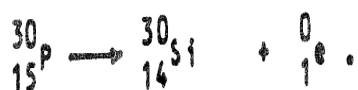
Hmotnost neutronu je tedy jen nepatrně větší než hmotnost protonu; poměr hmotnosti obou částic je 1,001379.

Indukovanou či umělou radioaktivitu objevili manželé Joliotovi při transmutaci hliníku zářením  $\alpha$ , jehož zdrojem bylo polonium /RaF/. Polonium v hliníkové nádobce způsobuje, že z nádoby vystupuje pronikavé záření, které však má tu vlastnost, že neustane ihned po odstranění polonia, ale hustota toku tohoto záření klesá podobně jako u záření radionuklidů s krátkým poločasem. Lze to vysvětlit tak, že ostřelováním jader hliníku částicemi  $\alpha$  vzniká radioaktivní izotop fosforu

$^{30}_{15}\text{P}$  podle rovnice



který se s poločasem 3 min 15 s mění v křemík, přičemž vysílá pozitrony :



## 2. Přeměny urychlenými částicemi.

Urychlovači částic, které prošly rychlým vývojem, lze získat částice s vysokými energiemi, které dosahují řádu  $10^{11}$  eV /několika set GeV/ a jsou tak vhodnými středními pro velmi mnoho jaderných reakcí, umožňujících vyšetřovat vlastnosti nových izotopů různých prvků, které při těchto reakcích vznikly. Uvedeme jen několik příkladů přeměn protony p a deuterony d, tj. nukleony skládajícími se z protonu a neutronu a jsou jádrem těžkého vodíku /značí se také  ${}^2_1\text{H}$  /. Děj, při němž po ostřelování středními a jsou uvolňovány částice b, jimiž kromě p, d,  $\alpha$  může být také neutron n nebo foton záření  $\gamma$ , označíme podle /5.108/ stručně jen (a,b), při čemž pro čísla A a Z původního jádra X a výsledného jádra Y musí platit pravidlo /5.109/.

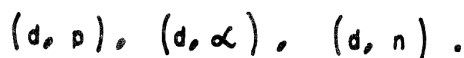
Urychlenými protony mohou nastat např. reakce



Důležité jsou reakce prvního druhu, při nichž se uvolňují částice  $\alpha$ . Např. při ostřelování izotopu lithia  ${}^7_3\text{Li}$  vzniknou dvě částice  $\alpha$  podle schématu



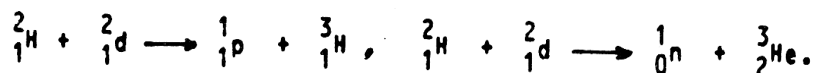
Urychlenými deuterony dojde k reakcím



Reakce prvního druhu vedou obvykle k radioaktivním nuklidům, např.



Radionuklid sodíku má poločas 14,8 h, radionuklid fosforu 14,3 dne a oba vydávají záření  $\beta^-$ . Odstřelování deuteronů deuterony může vést k reakci prvního nebo třetího druhu podle vzorců



V prvním případě vzniká těžký izotop vodíku tzv. tritium, které je radioaktivní; přeměnou  $\beta^-$  se mění v izotop hélia  ${}^3_2\text{He}$ . V druhém případě vzniká rovněž lehký izotop hélia.